

کاربرد عکسبرداری دیجیتال و پردازش تصویر در تحلیل نمونه‌های پیچیده هیدرولیکی (مطالعه موردی: آزمایش تخلیه مخزن)

پیام حسینی¹، حامد مفتخری²، مجید دلکش¹، صادق قوامی¹

۱- دانشجوی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه صنعتی شریف

p.hosseini@civil.sharif.edu

خلاصه

پردازش تصویر امروزه بیشتر به موضوع پردازش تصویر دیجیتال گفته می‌شود که شاخه‌ای از دانش رایانه است که با پردازش سیگنال دیجیتال که نماینده تصاویر برداشته شده با دوربین دیجیتال است، سروکار دارد. با توجه به مشکلات عمده در مدل کردن عددی یک پدیده هیدرولیکی که از جمله آن‌ها می‌توان به تغییر شرایط آزمایش در نمونه واقعی اشاره کرد، بکارگیری ابزاری در جهت مدل سازی نمونه واقعی را بیش از پیش ضروری می‌سازد. یکی از ابزارهای قدرتمند در جهت بررسی و مدل کردن یک پدیده واقعی، بکارگیری علم عکسبرداری و پردازش تصویر می‌باشد. در این مقاله به موضوع کاربرد عکاسی دیجیتال و تکنیک های پردازش تصاویر برای آزمایش های هیدرولیکی و هیدرودینامیکی پرداخته شده است.

مقدمه

روش پردازش تصاویر به عنوان شاخه ای از علم رایانه در عصر حاضر در علوم و فنون مختلف کاربردهای گسترده ای یافته است. این روش بر پایه ی عکس برداری با دوربین دیجیتال از انجام آزمایش در واقعیت یا مدل می‌باشد. کاربرد این روش در علم هیدرولیک و هیدرودینامیک به این صورت است که نقاطی را روی نمونه‌ی مورد آزمایش علامت گذاری نموده و به بررسی تغییرات ویژگی‌های آن‌ها در طی آزمایش پرداخته می‌شود. البته باید خاطر نشان کرد که بعد از عکس برداری از نمونه در طی زمان‌های مختلف این عکس‌ها به رایانه منتقل شده و توسط نرم افزارهای خاص پردازش تصویر مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند.

نحوه کاربرد در علم هیدرولیک و هیدرودینامیک

در این روش یک سیستم مختصات محلی در نظر گرفته می‌شود و بقیه‌ی مختصات نقاط بر اساس آن نوشته می‌شوند. نکته ی دیگر بدست آوردن مجموعه‌ی نقاطی است که به عنوان شناساگر جایجایی‌ها استفاده می‌شوند. این نقاط باید روی مدل آزمایشی قرار داشته باشند. این نقاط همچنین باید نشانه گذاری شوند تا انجام عملیات محاسباتی در قیاس با دستگاه مختصات محلی صورت گیرد [1].

بعد از عکس برداری‌های متوالی از نمونه‌ی آزمایش در حین انجام آزمایش، موقعیت‌های مختلفی از نقاط شناساگر بدست می‌آید. حال با نرم افزار مخصوص پردازش تصاویر که با توجه به هدف خاص ما از آزمایش مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان روی تغییرات ویژگی‌های نقاط شناساگر بحث کرد و با استفاده از نرم افزارهای دیگر اطلاعات تصاویر را به اطلاعات عددی تبدیل کرد که به این عمل پردازش داده‌ها می‌گویند [1]. به بیان دیگر پردازش داده‌ها به مجموعه عملیاتی گفته می‌شود که در یک سیستم داده پردازشی صورت می‌گیرد تا داده‌های خام به اطلاعات مفید تبدیل شوند.

بهبود شرایط برای دسترسی به نتایج بهتر

در روش پردازش تصاویر کیفیت و دقت تصاویر گرفته شده بسیار مورد اهمیت است. پس تا حد امکان باید شرایطی را بوجود آورد که بتوان عکس‌هایی با بالاترین کیفیت و دقت از انجام آزمایش تهیه کرد.

مثلا در آزمایش بررسی تخلیه از مخزن، پشت یکی از وجوه جداره (وجه روبروی دوربین عکس برداری) را به رنگ سفید در می‌آورند تا کیفیت عکس برداری بهبود یابد یا نور محیط عکس برداری طوری تنظیم شده باشد که باعث پایین آمدن کیفیت عکس نشود. البته امروزه بسیار مشکل است که

تصاویر دیجیتالی با کیفیت مطلوب بدست آیند در حالی که تمرکز دوربین ثابت است. انحراف لنز نیز از دیگر عوامل ایجاد خطا در دقت عکس برداری می باشد که باید تنظیم دوربین قبل از انجام آزمایش صورت گیرد.

مثالی هایی از کاربرد روش پردازش تصاویر در هیدرولیک

آزمایش بررسی پایداری لایه ماسه‌ای [2]

در این آزمایش هدف بررسی پایداری لایه‌ی ماسه، زیر لایه‌ای که با سنگ های بزرگ مسلح شده تحت موج و دبی جریان دائم و آشفته در محل آستانه‌ی دبی یک سیستم کانال باز بود [3].

اندازه گیری پایداری لایه‌ی مسلح شده با انجام تست‌هایی در مقیاس میکرو و ماکرو با شبیه سازی مدلی با مقیاس $1/25$ و روی مدل محاسبه شده است. آزمایش در مورد یک اسکله در حال ساخت با مدل معلوم انجام شد.

یکی از راه هایی که استفاده زیادی برای محافظت آب شستگی لایه‌ی ماسه در مهندسی سواحل دارد، پوشاندن لایه‌ی ماسه با صخره می باشد. جایی که یک لایه‌ی صخره‌ای (لایه مسطح) با جریان دائمی امواج یا جریان آشفته در تماس قرار می گیرد، پایداری لایه‌ها موضوع مهمی برای طراحی مهندسی می باشد. به خاطر کمبود راه حل‌های عددی طراحی کف پایدار با مصالح تحرک پذیر ماسه، شن و سنگ، این موضوع یکی از سخت‌ترین موضوعات در مهندسی سواحل است.

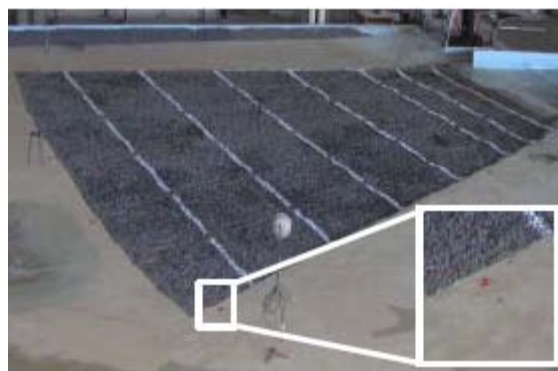
تعریف شرایط بحرانی که ممکن است در مصالح تحرک پذیر بر اثر نیروهای هیدرودینامیکی ناشی از امواج یا جریان یا اثر مشترک آن‌ها بوجود آید، بسیار پیچیده می باشد. از طرفی مطالعات آزمایشگاهی به خاطر اندازه‌گیری‌ها و مشاهده حرکت مصالح به خاطر آشفتگی حرکت مصالح بسیار مشکل و وقت گیرند. بخصوص مطالعات آزمایشگاهی برای یک محیط ساحلی معمولاً با اندازه گیری‌های سنتی ناممکن است. در این مواقع آلترناتیو‌هایی برای حصول نتایج قابل اعتماد باید استفاده شوند. پرواضح است بهترین روش، عکس برداری دیجیتال و پردازش تصویر برای تغییر مکان های احتمالی است.

نحوه‌ی کاربرد روش پردازش تصویر در این آزمایش

برای مدل کردن آزمایش‌ها مکاشفات میدانی انجام شده است. یک نقطه معیار در زمین اصلی مشخص شده و آزمایش‌ها اطراف آن برپا و پردازش مدل با آن انجام شده است.

هدف از مشخص کردن نقاط در اطراف محل آزمایش پوشش داخلی مدل می باشد. مکان آزمایش با سنگ‌های کوچک پوشش داده شده است. ممکن است نقاط معیار، با جریان آب در حین آزمایش‌های هیدرولیک جابجا شوند، به این خاطر، این نقاط در بتن کف مشخص شده است تا جابجا نشوند. این نقاط معیار، در ارتفاع عکس برداری به عنوان نقاط کنترل استفاده می شوند.

سپس یک دستگاه مختصات محلی در نظر گرفته شد و مختصات بقیه ی نقاط بر اساس آن اندازه‌گیری شدند. نکته ی مهم دیگر بدست آوردن مجموعه ی نقاطی است که به عنوان شناساگر جابجایی‌ها استفاده می‌شوند. این نقاط باید روی مدل آزمایش قرار داشته باشند. این نقاط همچنین باید نشانه گذاری شوند تا انجام عملیات محاسباتی در قیاس با کف مخزن انجام گیرد.

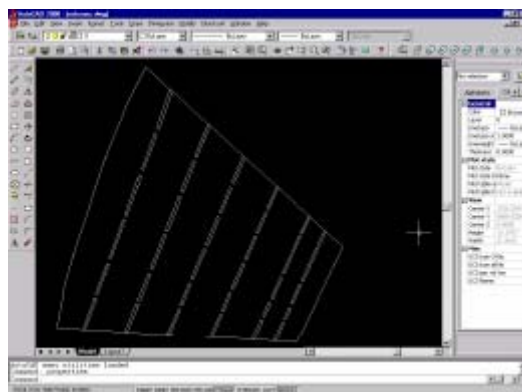


شکل ۱- مدل واقعی مورد آزمایش و نمایش یکی از نقاط معیار

بهبود شرایط برای دسترسی به نتایج بهتر

علاوه بر این ها لازم بود کف مخزن بوسیله ی رنگ سفید پوشانده شود تا اختلاف رنگی مناسبی برای بهبود کیفیت عکس برداری و انجام عملیات پردازش تصویر ایجاد شود.

تصویر برداری از ۸ متر بالای کف انجام شده که یک تصویر مایل بدست می‌دهد که یکی از معایب کارهای فوتوگرامتریک است. اما استفاده از ابزارهای دیجیتالی فوتوگرامتری این نقطه ضعف را بر طرف ساخته است.



شکل ۲- نمونه مدل شده در کامپیوتر از روی نمونه واقعی برای انجام پردازش تصویر

تشریحی از کاربرد پردازش تصویر در آزمایش بررسی تخلیه از مخزن (۴)

در این تحقیق که در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف انجام گرفت، هدف بررسی نحوه خروج آب از مخزن بود و اینکه بتوان مدلی برای سرعت خروج آب از خروجی مخزن و شکل موج ایجاد شده بر اثر خارج شدن آب از مخزن پیدا کرد. لذا با توجه به خواسته آزمایش نیاز به بهره گیری از روش عکسبرداری دیجیتال و پردازش تصویر در آزمایش ایجاد شد. در این جا بعد از گرفتن عکس با دوربین دیجیتالی در لحظات مختلف از مراحل انجام آزمایش و استفاده از روش‌های نوین پردازش تصویر و بررسی نتایج بدست آمده با نرم افزار Plot Digitizer مدلی از نحوه تغییرات نقاط مختلف آب درون ظرف در طی آزمایش و زمان‌های گوناگون بدست آمد و سپس با استفاده از نرم افزار MicroSoft Excel داده‌ها به نمودار تبدیل شدند و با توجه به معلوم بودن زمان توالی عکس‌ها و تغییرات یک نقطه مشخص از آب در طی این بازه زمانی، نتایج به صورت نمودار سرعت - زمان برای هر نقطه بدست آمد و با تلفیق نمودارهای نقاط گوناگون، شکل موج ایجاد شده به صورت مدل سازی بدست آمده و با شکل اصلی موج مقایسه شد. نتایج حاکی انطباق ۹۰٪ موج ایجاد شده با نمونه مدل سازی شده بود. که این نتیجه عالی به دلیل بهره‌گیری از روش عکسبرداری دیجیتال و پردازش تصویر در این آزمایش می‌باشد، چرا که با بهره‌گیری از عکسبرداری دیجیتال با دقت هر چه بیشتر می‌توان پدیده‌های واقعی را ثبت کرد و با استفاده از روش‌های رایانه‌ای پردازش تصویر، می‌توان این پدیده‌ها را به صورت مدلی از خود به صورت عددی تحلیل کرد. لازم به ذکر است که در این موارد که هدف مدل سازی یک رخداد واقعی است و از روش‌های عکسبرداری دیجیتال کمک گرفته می‌شود، هر چه فاصله زمانی بین عکسبرداری‌ها کمتر گردد، شرایط واقعی پدیده بهتر به نمایش گذاشته خواهد شد و می‌توان به نتایج بهتر و دقیق‌تری دست یافت. اما نکته قابل توجه در استفاده از عکسبرداری دیجیتال امکان ایجاد خطا در آزمایش به دلیل انحراف لنز می‌باشد که باید تا حد امکان دوربین در مکان ثابتی قرار داده شود و قبل از انجام آزمایش نیز دوربین تنظیم و تست شود.





شکل ۳- کاربرد پردازش تصویر (نرم افزار Plot Digitizer) در آزمایش خروج آب از مخزن

نتیجه گیری

نظر به دشواری انجام آزمایش‌های معمولی و قدیمی در آزمایش‌های هیدرودینامیک و هیدرولیک، روش جدیدی در بررسی و تحلیل داده‌های حاصل از انجام اینگونه آزمایش‌ها به کار گرفته شده است. این روش که پردازش تصویر نام دارد با بهره‌گیری از عکس‌هایی که در طی آزمایش از نمونه‌ی مورد آزمایش گرفته شده‌اند و بررسی روی نقاط علامت گذاری شده در نمونه‌ی مورد آزمایش، به بررسی و تحلیل داده‌های حاصل می‌پردازد و می‌توان نتایج حاصل از آزمایش را به صورت عددی و نمودارهای گوناگون بیان کرد. نتایج بدست آمده از آزمایشات گوناگون از جمله آزمایش‌های پایداری لایه ماسه و تخلیه مخزن، نشان از دقت بالای این روش در تحلیل و مدل سازی نمونه‌های پیچیده‌ی هیدرولیکی و هیدرودینامیکی دارد.

مراجع

- [1] Altan, M.O. (1979) *The Subject of Engineering Photogrammetry and a Mathematical Model for the Determination of Deformations by Means of Photogrammetric Methods*, Periodicals of the Technical University of Istanbul, Vol. 37/4.
- [2] Kabdasli, M.S. and Dyer, K. R. (1986) *Threshold Conditions for Sand Movement on the Rippled Bed*. *Geo-Marine Letters*, Vol. 6.
- [3] Kabdasli, M.S. (1990) *Threshold Condition of Sand Particles Under Co-Directional Combined Wave and Current Flow*. *Geo- Marine Letters*, Vol.1. pp. 15-19.
- (۴) پیام حسینی، (۱۳۸۵) گزارش آزمایش بررسی تخلیه از مخزن، پروژه درس سیالات، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.